

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-125499  
(P2000-125499A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000. 4. 28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 2 K 3/40		H 0 2 K 3/40	5 H 6 0 4
15/06		15/06	5 H 6 1 5

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-291072

(22) 出願日 平成10年10月13日 (1998. 10. 13)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 幡野 浩

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地  
株式会社東芝京浜事業所内

(72) 発明者 吉田 勝彦

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地  
株式会社東芝京浜事業所内

(74) 代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

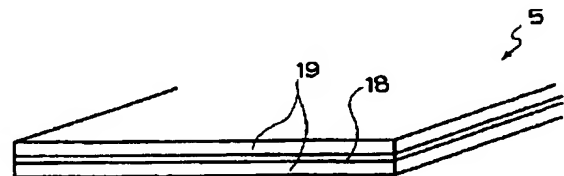
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 絶縁コイルの固定部材、該固定部材を備えた回転電機及び絶縁コイルの固定方法

(57) 【要約】

【課題】 熱伝導性を高めて絶縁コイルの温度上昇を抑制し、絶縁コイルの性能低下を防ぐ。

【解決手段】 本発明の絶縁コイルの固定部材5は、補強シート層であるアラミド繊維紙18とゴム状弾性体層である高熱伝導性シリコーンゴム19との積層シートからなる。このため、ゴム状の弾性体層若しくは無機粉体を充填した弾性体層のみからなる固定部材と比較して強度が高く、鉄心を構成する薄い鋼板のエッジとの接触によって引き裂けが生じることによる絶縁コイルからの剥離、脱落の発生が低減する。また、補強シート層とゴム状弾性体層とからなるため、スロット内面の凹凸に追従して隙間が生じにくく確実に絶縁コイルを保持できると共に、熱伝導効率が優れている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め作製した絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入して固定する際に絶縁コイルの側面とスロットの内面との間に配置されて前記絶縁コイルを前記スロット内に固定する回転電機における絶縁コイルの固定部材であって、少なくとも1つの補強シート層と前記補強シート層の少なくとも片面に積層されたゴム状弾性体層とを有する積層シートからなることを特徴とする絶縁コイルの固定部材。

【請求項2】 前記補強シート層が、プラスチックフィルム、無機材料、有機材料若しくはこれらの組合わせからなる織布又は不織布から選ばれたものであることを特徴とする請求項1記載の絶縁コイルの固定部材。

【請求項3】 前記ゴム状弾性体層には、高熱伝導性の無機充填材および金属粉体の少なくとも一方が充填されてなることを特徴とする請求項1または2記載の回転電機における絶縁コイルの固定部材であって、絶縁コイルの固定部材。

【請求項4】 最外層にゴム状弾性体層が形成され、かつ該ゴム状弾性体層にスリットまたは窪みが形成されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載の絶縁コイルの固定部材。

【請求項5】 積層方向の体積抵抗率が $10^0 \sim 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載の絶縁コイルの固定部材。

【請求項6】 予め作製した絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入するにあたり、絶縁コイルの側面とスロットの内面との間に請求項1乃至5のいずれか1項記載の固定部材を配置して前記絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入し固定してなることを特徴とする回転電機。

【請求項7】 前記固定部材の積層方向の体積抵抗率が $10^0 \sim 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする請求項6記載の回転電機。

【請求項8】 前記固定部材とスロット内面との間に、高熱伝導性のグリース、オイルコンパウンド層、又は無機潤滑剤層が形成されていることを特徴とする請求項6又は7記載の回転電機。

【請求項9】 予め作製した絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入して固定するにあたり、前記絶縁コイルの少なくとも前記鉄心のスロットの壁面と対向する側面を、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の固定部材により被覆して挿入することを特徴とする絶縁コイルの固定方法。

【請求項10】 請求項9記載の絶縁コイルの固定方法において、スロット内面との対向面がゴム状弾性体層となるように被覆することを特徴とする絶縁コイルの固定方法。

【請求項11】 請求項9記載の絶縁コイルの固定方法

において、スロット内面との対向面が補強シート層となるように被覆することを特徴とする絶縁コイルの固定方法。

【請求項12】 請求項9又は10記載の絶縁コイルの固定方法において、絶縁コイルの固定部材として、最外層を形成するゴム状弾性体層にスリットが設けられているものを使用する際、絶縁コイルの挿入方向に対して該スリットが角度を有するように被覆することを特徴とする絶縁コイルの固定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回転電機における絶縁コイルの固定部材、該固定部材を備えた回転電機及び絶縁コイルの固定方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電動機や発電機等の回転電機は、絶縁物と導体とからなる絶縁コイルを、鉄心のスロット内に収納して構成されている。この絶縁コイルには、運転中、主として、半径方向に作用する電磁力や長手方向に作用する熱伸縮力等の各種の力が作用する。このため、通常は、これら各種の力に耐えて、絶縁コイルの機能を維持する目的で、電動機や小容量の発電機では、絶縁コイルを鉄心のスロット内に収納した後に、樹脂の含浸・硬化処理を行うようにしている。

【0003】 しかしながら、サイズの大きな発電機では、コイル収納後の樹脂の含浸が困難であるため、樹脂の含浸・硬化等の処理を予め行った絶縁コイルを鉄心のスロット内に収納するようにしている。

【0004】 図8は、この種の従来の回転電機のステータの一例を示す部分断面斜視図であり、予め樹脂の含浸・硬化等の処理を行った、絶縁物26と導体27とからなる絶縁コイル28を、複数の鋼板1を積層してなる鉄心2のスロット3内に収納している。絶縁コイル28は、図8の上下面に位置するFRPからなるスペーサ29とこれらのスペーサ29に図8の上下方向に圧縮力を与える楔30によって固定されている。また、絶縁コイル28は成形寸法にばらつきがあり、また、鉄心2のスロット3の寸法も一様でないため、一般にスロット3は余裕を持たせた寸法で形成されている。従って、絶縁コイル28の側面とスロット3の内面との間には間隙が生じる。そのため、図8に示した従来例では、絶縁コイル28の側面片側に残存する間隙22に、その大きさに応じたFRPシート20を挿入することにより、絶縁コイル28を固定している。

【0005】 また、図9に示したように、上記FRPシートに代えて波状の断面を有するFRP板21を間隙22に挿入し、このFRP板21の形状回復力及びその摩擦力によって絶縁コイル28を固定している例もある。

【0006】 また、図10に示したように、予め絶縁コイル28の側面に、無機物を充填した弾性体層31、無

10

20

30

40

50

機物が充填されていない弾性体層32からなる固定部材33を形成し、この固定部材33と共に絶縁コイル28をスロット3内に挿入し、二つの弾性体層31, 32からなる固定部材33の反発力、及び鉄心2との摩擦力によって、絶縁コイル28を固定している例（カナダ特許第932013号）や、さらに、特願平8-243780号として提案された、無機物の形状を短繊維状にして絶縁コイル28から鉄心2への熱伝達性能を向上させたものもある。

【0007】また、図11に示したように、片面を波状に成形した弾性体のシート34を絶縁コイル28の側面に形成し、見かけ状の弾性率を低下させて挿入を容易にしている例（米国特許第4008409号）もある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】絶縁コイル28とスロット3との間に生じる間隙22は、高い熱抵抗を有し、運転中に導体27内で発生したジュール熱を鉄心2側に伝え難くし、絶縁コイル28の温度上昇をもたらし、その結果、絶縁物26を構成する有機物の電氣的、機械的特性の劣化を促進するため、上記のように間隙22を低減することは回転電機の性能向上につながる。

【0009】しかしながら、図8に示した手段は、FRPシート20の剛性が高く、該FRPシート20では、積層した薄い鋼板1から構成されることによって鉄心2のスロット3内面に形成される凹凸に追従することができない。このため、FRPシート20を充填しても微少な空隙が残り、鉄心2への熱伝導を阻害することがある。また、FRPシート20は、異なる厚さを有するものを連続的に用意することは不可能であるため、実使用上、用意した所定厚さのFRPシート20で調整できない場合には、挿入しないこともある。従って、この場合には間隙22により広範囲で熱伝導が阻害されることになると共に、絶縁コイル28の固定力も低下させることになる。

【0010】図9に示した手段を用いた場合には、間隙22の寸法変化に対しても十分対応することができるが、その波状断面によって、絶縁コイル28とスロット3との間に空隙が残ることになり、熱伝導性能の点からは好ましくない。

【0011】図10に示した手段は、無機物を配合する弾性体層31及び配合しない弾性体層32を用いることにより、スロット3内の凹凸に追従して空隙を残さない構造となっているが、無機物や金属に比較して熱伝導性に劣る有機物のみの弾性体層32が存在するため、この弾性体層32で熱伝導が阻害されることがある。また、絶縁コイル28に弾性体層31, 32からなる固定部材33を形成若しくは貼り付けて鉄心2のスロット3に挿入すると、運転中に種々の振動が絶縁コイル28に加わった際に、薄い鋼板1のエッジによって亀裂を生じて絶縁コイル28の表面から剥離したり脱落したりし、長期

運転することにより、結果として広い領域にわたって空隙が生じるおそれがある。短繊維等を充填した場合も同様で、亀裂を生じて、空隙を生じるおそれがある。

【0012】図11に示した手段の場合には、表面が波状の弾性体層34を絶縁コイル28上に形成して挿入するため、絶縁コイル28と鉄心2との間に空隙が生じて熱伝導を阻害する可能性がある。

【0013】本発明は上記した事情に鑑みなされたものであり、絶縁コイルの固定力を維持しつつ、熱伝導性を高めて絶縁コイルの温度上昇を抑制し、絶縁コイルの性能低下を防ぐことが可能で、信頼性が長期にわたって高い回転電機における絶縁コイルの固定部材、該固定部材を備えた回転電機及び絶縁コイルの固定方法を提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1記載の絶縁コイルの固定部材は、予め作製した絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入して固定する際、絶縁コイルの側面とスロットの内面との間に位置して絶縁コイルをスロット内に固定する回転電機における絶縁コイルの固定部材において、1以上の補強シート層と、各補強シート層の少なくとも片面に積層されるゴム状弾性体層とを有してなる積層シートである。

【0015】請求項1によれば、絶縁コイルの固定部材が、1以上の補強シート層とゴム状弾性体層との積層シートからなるため、ゴム状の弾性体層若しくは無機粉体を充填した弾性体層のみからなる固定部材と比較して強度が高く、鉄心を構成する薄い鋼板のエッジとの接触によって引き裂けが生じることによる絶縁コイルからの剥離、脱落の発生が低減する。また、補強シート層とゴム状弾性体層とからなるため、スロット内面の凹凸に追従して隙間が生じにくく確実に絶縁コイルを保持できると共に、熱伝導効率が優れている。しかも、絶縁コイルからの剥離や脱落の発生が少ないため、長期にわたって安定して絶縁コイルの温度上昇を抑制でき、この固定部材を用いることにより信頼性の高い回転電機を製造することができる。

【0016】請求項2記載の絶縁コイルの固定部材は、請求項1記載の絶縁コイルの固定部材であって、前記補強シート層が、プラスチックフィルム、無機材料、有機材料若しくはその両方からなる織布又は不織布、及びカレンダー処理を行った無機材料、有機材料若しくはその両方からなる不織布、から選ばれる。

【0017】請求項2によれば、補強シート層として、プラスチックフィルム、無機材料、有機材料若しくはその両方からなる織布又は不織布、及び、カレンダー処理を行った該不織布、から選ばれるものを選択することにより、引き裂けの発生率をより低減し、より長期にわたって安定して絶縁コイルの温度上昇を抑制することがで

きる。

【0018】請求項3記載の絶縁コイルの固定部材は、請求項1又は2記載の回転電機における絶縁コイルの固定部材であって、前記ゴム状弾性体層は、高熱伝導性の無機充填材、金属粉体のうちのいずれか少なくとも一方が充填されてなる。

【0019】請求項3によれば、ゴム状弾性体層に、高熱伝導性の無機充填材、金属粉体のうちのいずれか少なくとも一方が充填されているため、熱伝導性がさらに向上する。

【0020】請求項4記載の絶縁コイルの固定部材は、請求項1～4のいずれか1に記載の絶縁コイルの固定部材であって、最外層を形成するゴム状弾性体層に、スリット又は窪みが設けられている。

【0021】請求項4によれば、最外層を形成するゴム状弾性体層にスリット又は窪みが設けられているため、見かけ上の弾性率が低下し、絶縁コイルのスロットへの挿入が容易になる。このスリットを有する固定部材を、絶縁コイルに、スロットへの挿入方向に対して角度を有する方向にスリットの方が一致するようにする被覆して挿入すれば、挿入時にスリットが鉄心のエッジに引っかからず、ゴム状弾性体層の脱落、剥離を抑制でき、未挿入部分の発生を低減し、絶縁コイルの温度上昇をより確実に抑制することができる。また、補強シート層を有しているため、ゴム状弾性体のみからなるものと比較して挿入時の引き裂けの発生が少ない。

【0022】請求項5記載の絶縁コイルの固定部材は、請求項1又は2記載の回転電機における絶縁コイルの固定部材であって、積層方向の体積抵抗率が $10^0 \sim 10^5 \Omega\text{cm}$ である。

【0023】請求項5によれば、固定部材である積層シートは積層方向の体積抵抗率が $10^0 \sim 10^5 \Omega\text{cm}$ であるため、絶縁コイルの最外層に同じ範囲内の体積抵抗率を持つ半導電層を設けることにより、絶縁コイル表面と鉄心間を同電位に保ち、両者間の部分放電を抑制することができ、絶縁コイルに発生した熱をさらに効率よく鉄心に伝導することができる。

【0024】請求項6記載の本発明の回転電機は、予め作製した絶縁コイルが、請求項1～5のいずれか1に記載の絶縁コイルの固定部材によって固定されていることを特徴とする。

【0025】請求項6によれば、絶縁コイルの固定部材として、1以上の補強シート層とゴム状弾性体層との積層シートからなるものを用いているため、ゴム状の弾性体層若しくは無機粉体を充填した弾性体層のみからなる固定部材と比較して強度が高く、鉄心を構成する薄い鋼板のエッジとの接触によって引き裂けが生じることによる絶縁コイルからの剥離、脱落の発生が低減する。また、補強シート層とゴム状弾性体層とからなるため、スロット内面の凹凸に追従して隙間が生じにくく確実に絶

縁コイルを保持できると共に、熱伝導効率が優れている。しかも、絶縁コイルからの剥離や脱落の発生が少ないため、長期にわたって安定して絶縁コイルの温度上昇を抑制でき、信頼性の高い回転電機を提供することができる。

【0026】請求項7記載の本発明の回転電機は、請求項6記載の回転電機であって、絶縁コイルの最外層に、体積抵抗率が $10^0 \sim 10^5 \Omega\text{cm}$ である半導電層が設けられている。

10 【0027】請求項7によれば、絶縁コイルの最外層に、体積抵抗率が $10^0 \sim 10^5 \Omega\text{cm}$ である半導電層が設けられているため、固定部材である積層シートとして、積層方向の体積抵抗率が同じ範囲内のものを使用すれば、絶縁コイル表面と鉄心間を同電位に保ち、両者間の部分放電を抑制することができ、絶縁コイルに発生した熱をさらに効率よく鉄心に伝導することができる。

【0028】請求項8記載の回転電機は、請求項7又は8記載の回転電機であって、前記固定部材とスロット内面との間に、高熱伝導性のグリース、オイルコンパウンド層、又は無機潤滑剤層が形成されている。

20 【0029】請求項8によれば、固定部材とスロット内面との間に、高熱伝導性のグリース、オイルコンパウンド層、又は無機潤滑剤層が形成されているため、スロット内面や絶縁コイルの凹凸との密着性を高めることができ、熱伝導性の向上に資する。また、スロット内面と固定部材である積層シート表面との摩擦を低減できるため、積層シート表面の引き裂けの発生をさらに低減することができる。

30 【0030】請求項9記載の絶縁コイルの固定方法は、予め作製した絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入して固定する際、請求項1～5のいずれか1に記載の絶縁コイルの固定部材により、絶縁コイルの少なくとも両側面を被覆して挿入する。

【0031】請求項9によれば、予め作製した絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入して固定する際、請求項1～5のいずれか1に記載の絶縁コイルの固定部材により、絶縁コイルの少なくとも両側面を被覆して挿入するため、挿入時にスロット内面との間に生じる摩擦により、ゴム状弾性体層に引き裂けが発生することを抑制でき、信頼度の高い回転電機を作製することができる。

40 【0032】請求項10記載の本発明の絶縁コイルの固定方法は、請求項9記載の絶縁コイルの固定方法において、スロット内面との対向面がゴム状弾性体層となるように被覆する。

50 【0033】請求項10によれば、絶縁コイルに対し、固定部材を、スロット内面との対向面がゴム状弾性体層となるように被覆して実施するため、スロット内面の凹凸に追従して密着性が向上し、熱伝導性をより良好なものとする事ができる。

【0034】請求項11記載の本発明の絶縁コイルの固定方法は、請求項9記載の絶縁コイルの固定方法において、スロット内面との対向面が補強シート層となるように被覆する。

【0035】請求項11によれば、絶縁コイルに対し、固定部材を、スロット内面との対向面が補強シート層となるように被覆して実施するため、挿入時や運転時の引き裂き強度がさらに高まる。

【0036】請求項12記載の本発明の絶縁コイルの固定方法は、請求項9又は10記載の絶縁コイルの固定方法において、絶縁コイルの固定部材として、最外層を形成するゴム状弾性体層にスリットが設けられているものを使用する際、絶縁コイルの挿入方向に対して該スリットが角度を有するように被覆する。

【0037】請求項12によれば、絶縁コイルの固定部材として、最外層を形成するゴム状弾性体層にスリットが設けられているものを使用する際、絶縁コイルの挿入方向に対して該スリットが角度を有するように被覆して実施するため、挿入時にスリットが鉄心のエッジに引っかからず、ゴム状弾性体層の脱落、剥離を抑制でき、未挿入部分の発生を低減し、絶縁コイルの温度上昇をより確実に抑制することができる。

#### 【0038】

【発明の実施の形態】次に、図面に示した実施の形態に基づき、本発明をさらに詳細に説明する。図1は、本発明の絶縁コイルの固定部材の一の実施の形態を模式的に示す外観斜視図である。図において、5は固定部材である積層シートを示す。

【0039】この積層シート5は、カレンダー処理を行った不織布であるアラミド繊維紙18を有して構成される。このアラミド繊維紙18は、本実施の形態における補強シート層を構成するものである。この補強シート層であるアラミド繊維紙18の両面には、ゴム状弾性体層を構成する高熱伝導性シリコンゴム19が積層される。従って、本実施の形態では、アラミド繊維紙18は、高熱伝導性シリコンゴム19で挟み込まれた形状となっているが、これに限定されるものではなく、片面のみに高熱伝導性シリコンゴム19が積層されたものであってもよい。また、補強シート層を複数枚使用し、各補強シート層の少なくとも片面にゴム状弾性体層を設けることもできる。

【0040】本実施の形態では、補強シート層としてアラミド繊維紙18を使用しているが、これに限定されるものでないことはもちろんである。補強シート層は、絶縁コイルの挿入時又は使用時におけるゴム状弾性体の引き裂きに伴う剥離、脱落を防止に資することができ、かつ絶縁コイルとスロットとの隙間に挿入し易いよう、柔軟なものであればよく、例えば、無機材料、有機材料若しくはその両方からなる繊維若しくは不織布、カレンダー処理を行った無機材料、有機材料若しくはその両方か

らなる不織布、又はプラスチックフィルムを用いることができる。また、図2に示したように、カレンダー処理を施していないアラミド紙18'を用いることも可能である。

【0041】ゴム状弾性体としては、図1及び図2に示したような高熱伝導性シリコンゴム19に限るものではない。また、高熱伝導性の無機充填材と金属粉体のいずれか一方若しくは両方を含有するものであることが好ましい。

【0042】積層シート5の厚みは特に限定されるものではなく、使用されるスロットの寸法、絶縁コイルの寸法により種々の厚みが適宜選択されるものであるが、積層方向の体積抵抗率は、 $10^0 \sim 10^5 \Omega \text{cm}$ であることが好ましい。絶縁コイルの最外層に、同範囲の図示しない半導電層を設けると、絶縁コイル表面と鉄心間を同電位に保ち、両者間の部分放電を抑制することができる。

【0043】また、補強シート層とゴム状弾性体層からなる積層シート5の最外層、すなわち、スロット内面と接触する層がゴム状弾性体層からなる場合には、図2に示すように、スリット25を有することが好ましい。このスリット25を有することにより見かけ上の弾性率が低下し、絶縁コイルのスロットへの挿入が容易になる。なお、スリット25を設けた場合には、固定部材である積層シート5を絶縁コイルに被覆する際、該絶縁コイルのスロットへの挿入方向に対して角度を有する方向にスリット25の形成方向が一致するように被覆して挿入することが好ましい。これにより、挿入時にスリット25が鉄心のエッジに引っかからず、ゴム状弾性体層の脱落、剥離を抑制でき、未挿入部分の発生を低減することができる。スリット25は、ゴム状弾性体層である高熱伝導性シリコンゴム19を厚み方向に貫通し、アラミド紙18'に到達する程度の深さで設けられていることが好ましく、本実施の形態のように補強シート層であるアラミド紙18'の両面に高熱伝導性シリコンゴム19を形成した場合には、そのいずれにもスリット25を形成することが好ましい。

【0044】このようにスリット25を設けた場合に、絶縁コイルのスロットへの挿入方向に対して所定の角度をなす方向に該スリット25が一致するように配設するに当たっては、絶縁コイルに該積層シート5を被覆させ際にこの方向性に留意すればよい。なお、絶縁コイルのスロットへの挿入方向に対する所定の角度としては約45度が好ましい。

【0045】また、最外層にゴム状弾性体層が設けられる場合、上記したようにスリット25を形成するのではなく、その表面に複数の窪みを設けてもよい。これによっても、ゴム状弾性体層の見かけ上の弾性率を低下させることができ、絶縁コイルのスロットへの挿入が容易になる。また、図2に示したようなスリット25を設けた

場合と比較して挿入時の鉄心のエッジへの引っかかりの発生をより低減することができる。

【0046】上記した絶縁コイルの固定部材である積層シート5は、予め作製した絶縁コイルの少なくとも両側面を被覆するように設けられる。そしてこのように固定部材により被覆された絶縁コイルが回転電機の鉄心のスロット内に挿入され、固定される。

【0047】積層シート5は、絶縁コイルの少なくとも両側面を被覆する形で設けられていればよいが、絶縁コイルの下面も被覆するように設けてもよい。但し、本実施の形態においても、絶縁コイル及び固定部材を配設した後、上記従来の技術の項で説明したように、楔を圧入する。従って、絶縁コイルの両側面だけを被覆する構成とすれば、絶縁コイルの上下面の両方かいずれかの面もゴム状弾性体層を有する積層シート5により被覆した構成と比較して、楔の圧縮力に起因する積層シート5の絶縁コイル上下方向のクリープ変形を抑制することができる、絶縁コイルをより確実に固定することができる。

【0048】積層シート5の絶縁コイルへの被覆手段は限定されるものではなく、接着剤等のシール剤（図示せず）を用いて貼り付けたり巻き付けたりしてもよいが、このようなシール剤を設けずに被覆した場合には、接着剤等が有する熱伝導性、機械特性あるいは耐熱性に左右されず、信頼性の高い回転電機を作製することができる。

【0049】積層シート5は、上記したように補強シート層に対してゴム状弾性体層が積層されて構成されているが、これを絶縁コイルに被覆する際には、スロット内面に面する側に、ゴム状弾性体層、本実施の形態では高熱伝導性シリコンゴム層19が位置するように被覆することが好ましい。スロットを形成する鉄心は複数の鋼板の積層体からなることから、スロットの内面には複数の凹凸が形成されている。従って、この凹凸面に対してゴム状弾性体層が接すれば、その弾性力によって凹凸面に密着し空隙が生じにくくなるという利点を有する。

【0050】一方、積層シート5を、そのゴム状弾性体層である高熱伝導性シリコンゴム層19がスロット内面に面する側に位置するように設けることも可能である。この場合には、絶縁コイルの周囲にこの積層シート5を被覆してスロット内に挿入する際や運転時の振動により生ずるスロット内面との摩擦による積層シート層5の引き裂き強度を、ゴム状弾性体層をスロット内面と対面させた場合と比較して高くすることができるという利点を有する。補強シート層とゴム状弾性体層のいずれをスロット内面と対面させるかは、回転電機の種類、性能、あるいは、大きさや出力などに応じて選択される。

【0051】積層シート5によって被覆した絶縁コイルをスロット内に配設した際、該積層シート5とスロット内面との間には、高熱伝導性のグリース、オイルコンパウンド層、無機潤滑剤層のいずれかを介在させることが

好ましい。これにより、絶縁コイル表面やスロット内面との密着性が高まり熱伝導性をより向上させることができる。高熱伝導性のグリース、オイルコンパウンド層、無機潤滑剤層のいずれかを介在させる手段としては、典型的には、予め積層シート5の表面にこれらを塗布する手段を用いることができる。但し、スロット内面にこれらを予め塗布する構成とすれば、積層シート5により被覆された絶縁コイル自体の運搬や保管時にグリース等が剥がれたり損傷したりすることを防止できるという利点がある。

#### 【0052】

【実施例】次に、図3～図7に示した試験モデルを用いた、本実施の形態にかかる固定部材を用いた場合の熱伝導性及び引き裂き強度についての実施例を説明する。

【0053】（実施例1）図3は、本発明の一の実施例にかかる固定部材を用いた回転電機の試験モデルを示す部分断面図である。本モデルは、積層された鋼板1から構成された鉄心2と、該鉄心2に形成されたスロット3と、絶縁コイルを模擬したアルミブロック4と、アルミブロック4に巻き付けた固定部材である積層シート5とを有して構成されている。鉄心2及びアルミブロック4には、熱伝導性を確認するため、図3に示すように、アルミブロック4を中心として一方側に熱電対6, 7, 8, 9, 10を設置し、他方側に熱電対11, 12, 13, 14, 15を設置した。また、スロット3におけるアルミブロック4の上側及び下側には、熱絶縁物である発泡ウレタン16, 17をそれぞれ挿入配置した。なお、図示しないが、アルミブロック4の長さ方向両端側にも発泡ウレタンを配設し、アルミブロック4の側面、すなわち測定面以外からの熱放散が極力少なくなる構成とした。

【0054】また、本実施例では、本発明の固定部材を用いた場合の熱伝導性を確認するに当たって、絶縁コイルにおける絶縁層の影響を除去した形で測定した場合と同等となるよう、絶縁コイルの絶縁層に相当するものを設けないアルミブロック4を用いている。

【0055】本実施例で用いた固定部材である積層シート5は、図1に示した、導電性を付与したカレンダー処理済みのアラミド繊維紙18を高熱伝導性シリコンゴム19で挟んだ構成のものである。

【0056】そして、かかる構成の試験モデルのアルミブロック4に対し、シーズヒーターを用いて300Wの熱量を入力し、図3に示した各熱電対によって各部位の温度を測定し、この温度から、アルミブロック4の両側面の総合熱通過率を算出した。結果を表1に示す。

【0057】（比較例1）図4は、一の従来技術にかかる固定部材を用いた場合の熱伝導性を確認するために行った回転電機の試験モデルの部分断面図である。本モデルでは、図3の積層シート5に代えて、FRPシート20をアルミブロック4の片面のみに用いているが、その



他の構成、条件は図3に示した実施例1の場合と同様である。なお、FRPシート20は、積層されたガラスクロスとエポキシ樹脂から構成されている。

【0058】図4に示す試験モデルのアルミブロック4に対し、シーズヒーターを用いて、300Wの熱量を入力し、図4に示した各熱電対によって各部位の温度を測定し、この温度から、アルミブロック4の両側面の総合熱通過率を算出した。結果を表1に示す。

【0059】（比較例2）図5は、他の従来技術にかかる固定部材を用いた場合の熱伝導性を確認するために行った回転電機の試験モデルの部分断面図である。本モデルでは、図4のFRPシート20に代えて、波状断面のFRPシート21をアルミブロック4の片面のみに用いているが、その他の構成、条件は図4に示した比較例1の場合と同様である。なお、波状断面のFRPシート21は、比較例1と同様、積層されたガラスクロスとエポキシ樹脂から構成されている。

【0060】図5に示す試験モデルのアルミブロック4に対し、シーズヒーターを用いて、300Wの熱量を入力し、図5に示した各熱電対によって各部位の温度を測

実施例1及び比較例1, 2, 3の総合熱通過率

	実施例1	比較例1	比較例2	比較例3
総合熱通過率	223	142	194	100

注) いずれも比較例3を100として算出する。

表1から明らかなように、実施例1によれば、比較例1, 2, 3に比較して、総合通過率が高く、絶縁コイルに生じたジュール熱を効率よく鉄心に伝えて温度上昇を抑制できることがわかる。

【0064】（実施例2）図7は、本発明の他の実施例にかかる固定部材を用いた回転電機の試験モデルを示す部分断面図である。本モデルは、積層された鋼板1から構成された鉄心2と、該鉄心2に形成されたスロット3と、絶縁コイルを模擬したアルミブロック4と、アルミブロック4に巻き付けた積層シート5とを有して構成されている。なお、使用した積層シート5は、実施例1と同様、図1に示した、導電性を付与したカレンダー処理済みのアラミド繊維紙18を高熱伝導性シリコンゴム19で挟んだ構成のものである。

【0065】また、本実施例では、積層シート5を設けたアルミブロック4をスロット3内に挿入する前に、スロット3の両側内面に高熱伝導性のシリコングリース（熱伝導率0.8W/mk）23を塗布した。従って、アルミブロック4をスロット3内に挿入配設した場合には、積層シート5とスロット3との間にシリコングリース23が介在されていることになる。

\* 定し、この温度から、アルミブロック4の両側面の総合熱通過率を算出した。結果を表1に示す。

【0061】（比較例3）図6は、さらに他の従来技術にかかる固定部材を用いた場合の熱伝導性を確認するために行った回転電機の試験モデルの部分断面図である。本モデルでは、アルミブロック4の側面とスロット3の内面との間に固定部材を配設しないで、間隙22がそのまま残されているものである。これは、製造時において、FRPシートの厚さ寸法と間隙22の寸法との兼ね合いによって部分的に挿入できなかった場合を模したものである。なお、間隙22は、スロット3の内面とアルミブロック4の側面との間に部分的にFRPシート（図示せず）を挿入することによって形成した。

【0062】図6に示す試験モデルのアルミブロック4に対し、シーズヒーターを用いて、300Wの熱量を入力し、図6に示した各熱電対によって各部位の温度を測定し、この温度から、アルミブロック4の両側面の総合熱通過率を算出した。結果を表1に示す。

【0063】

【表1】

【0066】熱伝導性を確認するため、鉄心2及びアルミブロック4に、実施例1と同様、アルミブロック4の側面に垂直な方向に4つの熱電対からなるセット24を設置した。この熱電対のセット24は、アルミブロック4の長手方向に3セット、また、アルミブロック4を挟んで反対側に3セットの計6セット設置し、アルミブロック4やスロット3の寸法精度に起因する総合熱通過率の長手方向における変化を測定した。なお、その他の試験モデルの構成は実施例1と同様である。

【0067】そして、かかる構成の試験モデルのアルミブロック4に対し、シーズヒーターを用いて300Wの熱量を入力し、図7に示した各熱電対によって各部位の温度を測定し、この温度から、アルミブロック4の両側面の総合熱通過率の長手方向における変化を算出した。結果を表2に示す。

【0068】（比較例4）スロット3の内面に高熱伝導性のシリコングリースを塗布しなかったことを除いて実施例2と同様の試験モデルに対し、シーズヒートを用いて300Wの熱量を入力し、各熱電対によって各部位の温度を測定し、この温度から、アルミブロック4の両側面の総合熱通過率の長手方向における変化を算出し

た。結果を表2に示す。

【0069】

\*【表2】

実施例2及び比較例4の総合熱通過率

	温度測定位置		
	1	2	3
実施例2	100	100	100
比較例4	90	95	61

注) それぞれの測定位置において、実施例2の値を100として算出する。

表2から明らかなように、測定位置1, 2においては、総合熱通過率に顕著な違いはみられないが、測定位置3においては、実施例2の方が高い値となっており、高熱伝導性のグリースによって絶縁コイルに生じたジュール熱を特に効率よく鉄心に伝えて温度上昇を抑制できることがわかる。

【0070】(実施例3) 図2に示した他の実施例にかかる積層シート5を用いてスリット25を有する場合の引き裂き強度について試験した。この積層シート5は、カレンダー処理を施していないアラミド紙18'を高熱伝導性シリコンゴム19で挟んだ構造を有している。両面の高熱伝導性シリコンゴム19は、アラミド紙18'の表面まで到達する深さで、10cm当たり20本のスリット25を有している。

【0071】かかる構成の積層シート5を、絶縁コイルを模擬したアルミブロック4に、スリット25の向きが挿入方向に対して45度の角度をなすように巻き付け、図3と同様なスロット3に挿入したところ、アルミブロック4を、積層シート5の引き裂けを伴わずにスロット3に挿入することができた。なお、アルミブロック4の底面の角には、耐引き裂け性の有無を明らかにするために面取りを施さなかった。

【0072】(比較例5) 実施例3の積層シート5を、スリット25がアルミブロック4の挿入方向に対し垂直となるようにアルミブロック4に巻き付けてスロット3に挿入した。その他の条件は全て実施例3と同様である。

【0073】この結果、アルミブロック4の挿入時に、積層シート5は、アルミブロック4の底面の角に接触する部分で引き裂けを生じた。このため、挿入完了時には積層シート5の1/5程度がはみ出て、アルミブロック4とスロット3の内面との間に空隙を生じた。

【0074】以上のことから、積層シート5の表面にスリット25を設け、挿入方向と45度の角度をなすようにアルミブロック4に巻き付けることにより、スリット25が挿入方向と垂直である場合と比較して、アルミブ

ロック4とスリット3との間に引き裂けによる空隙が生じにくい。従って、このような構成とすれば、絶縁コイルに生じたジュール熱を効率よく伝え、温度上昇を抑制できることが確認できた。

【0075】

20 【発明の効果】請求項1記載の本発明によれば、絶縁コイルの固定部材が、1以上の補強シート層とゴム状弾性体層との積層シートからなるため、ゴム状の弾性体層若しくは無機粉体を充填した弾性体層のみからなる固定部材と比較して強度が高く、鉄心を構成する薄い鋼板のエッジとの接触によって引き裂けが生じることによる絶縁コイルからの剥離、脱落の発生が低減する。また、補強シート層とゴム状弾性体層とからなるため、スロット内面の凹凸に追従して隙間が生じにくく確実に絶縁コイルを保持できると共に、熱伝導効率が優れている。しかも、絶縁コイルからの剥離や脱落の発生が少ないため、長期にわたって安定して絶縁コイルの温度上昇を抑制でき、この固定部材を用いることにより信頼性の高い回転電機を製造することができる。

30 【0076】請求項2記載の本発明によれば、補強シート層として、プラスチックフィルム、無機材料、有機材料若しくはその両方からなる織布又は不織布、及び、カレンダー処理を行った該不織布、から選ばれるものを選択することにより、引き裂けの発生率をより低減し、より長期にわたって安定して絶縁コイルの温度上昇を抑制することができる。

40 【0077】請求項3記載の本発明によれば、固定部材である積層シートの積層方向の体積抵抗率が100~105Ωcmであるため、絶縁コイルの最外層に同じ範囲内の体積抵抗率を持つ半導電層を設けることにより、絶縁コイル表面と鉄心間を同電位に保ち、両者間の部分放電を抑制することができ、絶縁コイルに発生した熱をさらに効率よく鉄心に伝導することができる。

50 【0078】請求項4記載の本発明によれば、ゴム状弾性体層に、高熱伝導性の無機充填材、金属粉体のうちのいずれか少なくとも一方が充填されているため、熱伝導



性がさらに向上する。

【0079】請求項5記載の本発明によれば、最外層を形成するゴム状弾性体層に、スリットが設けられているため、見かけ上の弾性率が低下し、絶縁コイルのスロットへの挿入が容易になる。このスリットを有する固定部材を、絶縁コイルに、スロットへの挿入方向に対して角度を有する方向にスリットの方が一致するように被覆して挿入すれば、挿入時にスリットが鉄心のエッジに引っかからず、ゴム状弾性体層の脱落、剥離を抑制でき、未挿入部分の発生を低減し、絶縁コイルの温度上昇をより確実に抑制することができる。また、補強シート層を有しているため、ゴム状弾性体のみからなるものと比較して挿入時の引き裂けの発生が少ない。

【0080】請求項6記載の本発明によれば、最外層を形成するゴム状弾性体層の表面に窪みが設けられているため、見かけ上の弾性率が低下し、絶縁コイルのスロットへの挿入が容易になると共に、スリットを設けた場合と比較して挿入時の鉄心のエッジへの引っかかりの発生をより低減できる。

【0081】請求項7記載の本発明によれば、絶縁コイルの固定部材として、1以上の補強シート層とゴム状弾性体層との積層シートからなるものを用いているため、ゴム状の弾性体層若しくは無機粉体を充填した弾性体層のみからなる固定部材と比較して強度が高く、鉄心を構成する薄い鋼板のエッジとの接触によって引き裂けが生じることによる絶縁コイルからの剥離、脱落の発生が低減する。また、補強シート層とゴム状弾性体層とからなるため、スロット内面の凹凸に追従して隙間が生じにくく確実に絶縁コイルを保持できると共に、熱伝導効率が優れている。しかも、絶縁コイルからの剥離や脱落の発生が少ないため、長期にわたって安定して絶縁コイルの温度上昇を抑制でき、信頼性の高い回転電機を提供することができる。

【0082】請求項8記載の本発明によれば、絶縁コイルの最外層に、体積抵抗率が100～105Ωcmである半導電層が設けられているため、固定部材である積層シートとして、積層方向の体積抵抗率が同じ範囲内のものを使用すれば、絶縁コイル表面と鉄心間を同電位に保ち、両者間の部分放電を抑制することができ、絶縁コイルに発生した熱をさらに効率よく鉄心に伝導することができる。

【0083】請求項9記載の本発明によれば、固定部材とスロット内面との間に、高熱伝導性のグリース、オイルコンパウンド層、又は無機潤滑剤層が形成されているため、スロット内面や絶縁コイルの凹凸との密着性を高めることができ、熱伝導性の向上に資する。また、スロット内面と固定部材である積層シート表面との摩擦を低減できるため、積層シート表面の引き裂けの発生をさらに低減することができる。

【0084】請求項10記載の本発明によれば、予め作

製した絶縁コイルを回転電機の鉄心のスロット内に挿入して固定する際、請求項1～6のいずれか1に記載の絶縁コイルの固定部材により、絶縁コイルの少なくとも両側面を被覆して挿入するため、挿入時にスロット内面との間に生じる摩擦により、ゴム状弾性体層に引き裂けが発生することを抑制でき、信頼度の高い回転電機を作製することができる。

【0085】請求項11記載の本発明によれば、絶縁コイルに対し、固定部材を、スロット内面との対向面がゴム状弾性体層となるように被覆して実施するため、スロット内面の凹凸に追従して密着性が向上し、熱伝導性をより良好なものとするることができる。

【0086】請求項12記載の本発明によれば、絶縁コイルに対し、固定部材を、スロット内面との対向面が補強シート層となるように被覆して実施するため、挿入時や運転時の引き裂き強度がさらに高まる。

【0087】請求項13記載の本発明によれば、絶縁コイルの固定部材として、最外層を形成するゴム状弾性体層にスリットが設けられているものを使用する際、絶縁コイルの挿入方向に対して該スリットが角度を有するように被覆して実施するため、挿入時にスリットが鉄心のエッジに引っかからず、ゴム状弾性体層の脱落、剥離を抑制でき、未挿入部分の発生を低減し、絶縁コイルの温度上昇をより確実に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る絶縁コイルの固定部材の一実施形態を示す外観斜視図、

【図2】本発明に係る絶縁コイルの固定部材の他実施形態を示す外観斜視図、

【図3】本発明に係る固定部材を用いた回転電機の試験モデルを示す部分断面図、

【図4】従来の固定部材を用いた回転電機の試験モデルを示す部分断面図、

【図5】従来の他固定部材を用いた回転電機の試験モデルを示す部分断面図、

【図6】従来のさらに他固定部材を用いた回転電機の試験モデルを示す部分断面図、

【図7】本発明の他の実施例にかかる固定部材を用いた回転電機の試験モデルを示す部分断面図、

【図8】従来の絶縁コイルの固定部材及び固定方法を説明するための回転電機の部分断面図、

【図9】従来の絶縁コイルの固定部材及び固定方法を説明するための回転電機の部分断面図、

【図10】従来の絶縁コイルの固定部材及び固定方法を説明するための回転電機の部分断面図、

【図11】従来の絶縁コイルの固定部材及び固定方法を説明するための回転電機の部分断面図。

【符号の説明】

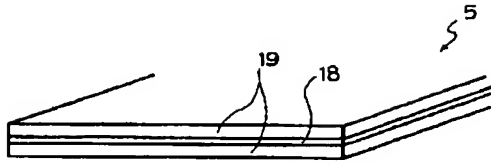
1……鋼板

2……鉄心

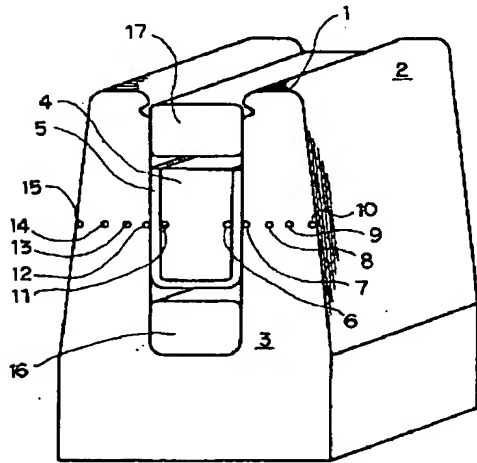
3……スロット  
4……アルミブロック  
5……積層シート  
6～15…熱電対

17

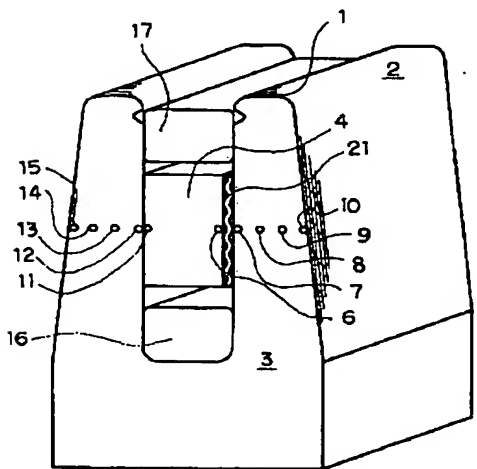
【図1】



【図3】



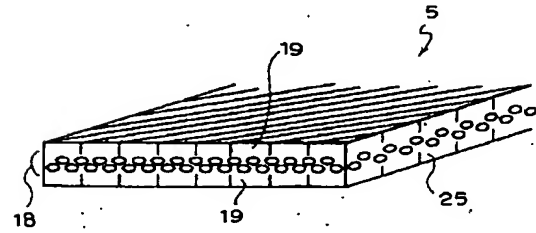
【図5】



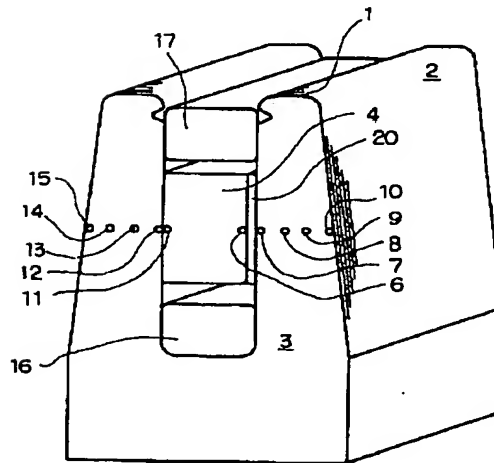
\* 18……アラミド繊維紙  
19……高熱伝導性シリコンゴム  
23……高熱伝導性シリコングリース  
\* 24……熱電対のセット

18

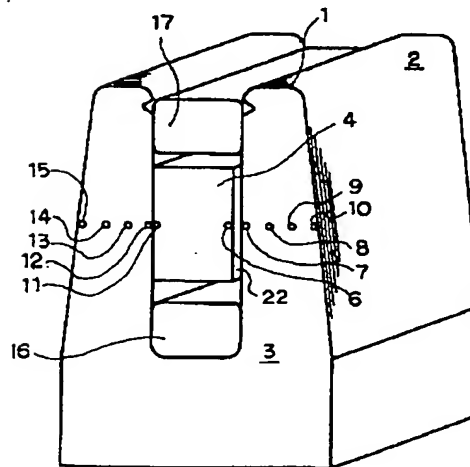
【図2】



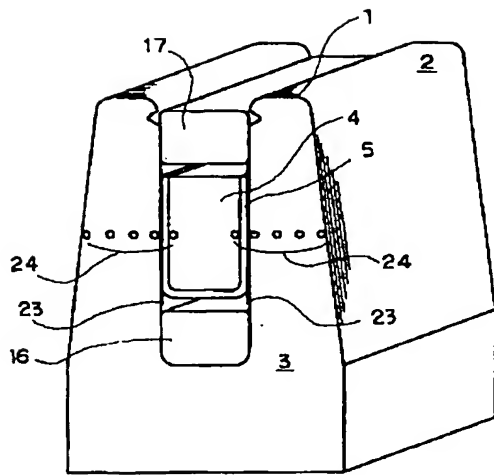
【図4】



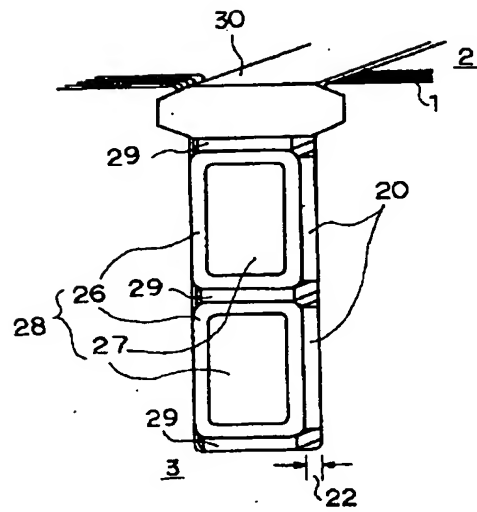
【図6】



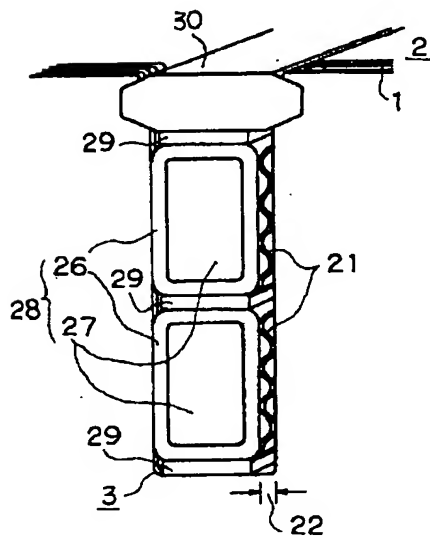
【図 7】



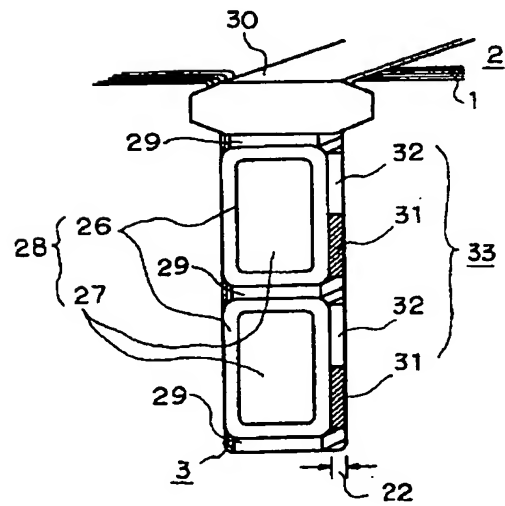
【図 8】



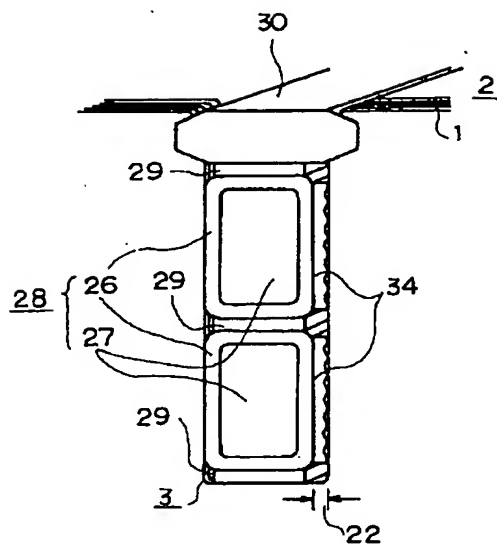
【図 9】



【図 10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H604 AA03 AA05 BB01 BB03 BB14  
CC01 CC05 CC16 DA20 DA25  
DB16 PB04  
5H615 AA01 BB01 BB02 BB14 PP01  
PP08 PP13 QQ02 RR02 SS05  
SS32